

# 不同种源小干松苗期光合速率研究

冯 健,王骞春,颜廷武

(辽宁省林业科学研究院,辽宁 沈阳 10032)

**摘要:**为了选择适合辽宁地区生长的小干松种源,研究了不同种源小干松苗期光合效率。结果表明,小干松净光合速率(Pn)和蒸腾速率(Tr)日变化均为单峰型。10:00时,不同种源间净光合速率大小范围为48.07~64.13  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,蒸腾速率大小范围为18.94~24.35  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。12:00时,不同种源间净光合速率大小范围为54.08~65.13  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,蒸腾速率大小范围为11.85~18.65  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。方差分析结果表明,小干松种源间的Pn和Tr存在显著差异,因此可将光合作用指标作为小干松种源选择的依据。

**关键词:**小干松;光合速率;种源

**中图分类号:**S791

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)12-0124-02

小干松(*Pinus contorta*),属松科松属,原产北美地区,垂直分布在海平面以上至海拔3 500 m,是北美西部分布最广泛的树种之一。宜作建筑材、箱板、纸浆、枕木和地板等,为一优良的用材及环境保护树种。国际上开展了较多小干松的引种及种源的研究。我国于1948年引种小干松,但是目前小干松在我国的引种还处于零星引种,引种还未形成规模,相关配套育种、造林技术还未形成体系<sup>[1-4]</sup>。

林木90%以上的生长通过光合作用积累完成,树木光合作用的强弱与光合效率决定林木生长量与生长速度。研究林木的光合特性可为林木早期选择提供理论依据,也可以为林木栽培抚育、抗逆种质筛选提供理论依据。该文通过对不同种源之间小干松苗期光合速率的日变化和光合速率差异的研究,选择适合在辽宁地区生长的种源,为其育种的早期选择提供借鉴<sup>[5]</sup>。

## 1 材料与方法

供试材料为从瑞典引进5个种源的小干松种子,其编号为PC01、PC02、PC03、PC04、PC05在辽宁省实验林场苗圃播种育苗,培育3 a(2009~2011年)。每个种源选择3株无病虫害、生长良好一致的苗木进行测试。

2011年8月在辽宁省实验林场苗圃,选择晴好天气,设置8:00~16:00,隔2 h测1次。每个种源选择3个重复。采用Li-6400便携式光合测定仪测定气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)、净光合速率(Pn)、水汽饱和压亏缺(Vpd)、相对湿

度(RH)、胞间CO<sub>2</sub>浓度(Ci)、叶温(Tleaf)、气温(Tair)、光合有效辐射(PFD)、大气CO<sub>2</sub>浓度(Ca)等指标,这些指标每个种源选择3次重复。数据用SAS软件进行统计分析<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 光合作用日变化规律

2.1.1 净光合速率的日变化规律 对5个种源小干松光合日变化测定结果表明,小干松光合作用没有午休现象,干松每个种源的净光合速率曲线均表现出“单峰型”,每个种源小干松净光合速率达到峰值时段在10:00~12:00(见图1)。小干松吸收CO<sub>2</sub>合成有机物的最佳时段是在阳光较强的午间。

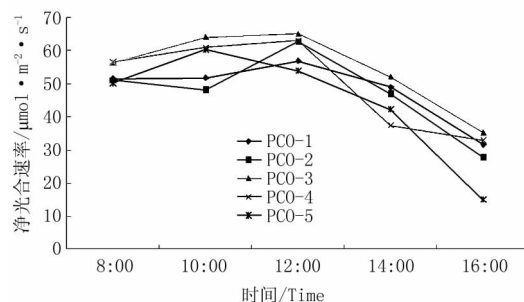


图1 5个种源的小干松净光合速率日变化  
Fig. 1 Diurnal variation of 5 provenance of *Pinus contorta* netphotosynthetic rate

2.1.2 蒸腾速率的日变化规律 从5个种源的小干松蒸腾速率的日变化看出(见图2),其中4个种源出现单峰型,只有1号种源,为双峰型。其它种源表现为:8:00~10:00,蒸腾作用随着气温升高而不断增强,随后呈现下降趋势,但是在正午12:00后是出现蒸腾速率略上升的现象,分析原因可能是8月辽宁地区12:00时温度偏高、光照较强,小干松出于自我保护的机能,气孔关闭,致使蒸腾速率降低。

收稿日期:2014-05-26

基金项目:国家林业局“948”资助项目(2012-4-39);辽宁省科学技术计划重大资助项目(2011207002)。

第一作者简介:冯健(1978-),男,辽宁省沈阳市人,博士,高级工程师,从事林木遗传育种研究。Email: fengjian-0205@163.com。

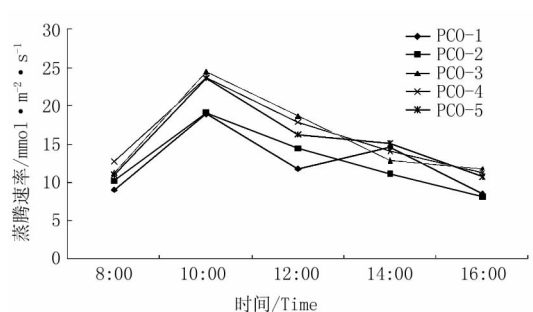


图2 小干松 5 个种源的蒸腾速率日变化  
Fig. 2 Diurnal variation of 5 provenance transpiration rate of *Pinus contorta*

## 2.2 种源间光合作用差异

依据小干松光合作用日变化分析结果,选择在干松有机物合成的最佳时间段,即 10:00 和 12:00,比较不同种源间小干松的光合作用差异(见图 3)。

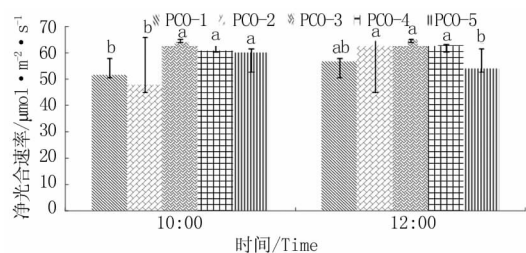


图3 小干松净光合速率比较  
Fig. 3 Photosynthetic rate comparison

10:00 时,净光合速率为  $48.07 \sim 64.13 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,其中净光合速率较低的种源为 1 和 2 号,净光合速率较高的种源为 3 号。12:00 时,净光合速率为  $54.08 \sim 65.13 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,其中净光合速率较低的种源为 1 和 5 号,净光合速率较高的种源为 3 号。经过方差分析,5 个种源小干松的净光合速率在这两个时间段达到显著水平。

从图 4 看出,在 10:00,蒸腾速率为  $18.94 \sim 24.35 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,其中蒸腾速率较低的种源为 1 和 2 号,蒸腾速率较高的种源为 3 号。在 12:00,蒸腾速率为  $11.85 \sim 18.65 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,其中蒸腾速率较低的种源为 1 和 2,3 号种源蒸腾速率较高。

## 3 结论与讨论

植物在自然条件下,光合作用的日变化曲线呈现单峰曲线型和双峰曲线型。一天中光合速率的日变化伴随外界的光强、空气中的  $\text{CO}_2$  浓度、气孔开度、温度、以及土壤和大气的湿度状况等都在不断地变化,这些变化使植物体的水分与中间含量和光合产物量发生改变。最大峰值出现在上

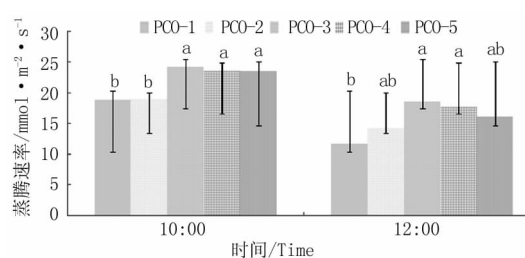


图4 小干松蒸腾速率比较

Fig. 4 Transpiration rate comparison

午,最小峰值出现在下午,中午前后,光合速率下降,呈现“午休”现象(midday depression of photosynthesis)。另外,中午及午后的强光、高温、低  $\text{CO}_2$  浓度等条件都会使光呼吸激增,光抑制产生,这些也都会使光合速率在中午或午后降低<sup>[6]</sup>。该试验表明,小干松光合作用表现为单峰型。表明辽宁东部山区的温度、水分等条件可以满足小干松正常的光合作用,小干松适合在此地区生长。

光合作用的强弱在不同植物或不同基因种源地、品种的同一种植物表现有差异。杜旭华等研究表明,不同茶树品种间蒸腾速率出现峰值的时间和变化幅度存在显著差异<sup>[7]</sup>。陈明皋等研究表明,不同品系桉木之间净光合速率可达到极显著差异水平,J10 和 H12 桉木品系的净光合速率明显高于 J5、H1 桉木品系的净光合速率<sup>[8]</sup>。瞿显友等研究表明,不同种质资源的黄连在高温强光条件下的净光合速率下降,净光合速率有一定差异<sup>[9]</sup>。研究表明,小干松不同种源之间净光合速率和蒸腾速率等光合作用指标均差异显著。这说明 5 个种源小干松,光合作用能力表现较强的种源,生产潜力高,比较适合在辽宁地区生长,而光合作用能力较弱的种源不适合在辽宁地区引种。

## 参考文献:

- [1] 黄登民,王生,周显昌.小干松引种试验初报[J].延边大学学报,2003,25(1):13-15.
- [2] 陆志民,时樱,吴为群,等.小干松种源试验与研究[J].吉林林业科技,1994,5:41-43.
- [3] 谢祖年,章定清,范亦,等.小干松引种与种源试验[J].林业科技开发,2000,14(4):40-42.
- [4] 王寿春,黄夏,李光森.小干松 SRAP-PCR 反应体系的建立[J].北方园艺,2013(2):83-86.
- [5] 冯健,王寿春,颜廷武,等.不同种源东部白松苗期光合作用研究[J].辽宁林业科技,2011,2(2):5-7.
- [6] 潘瑞炽,董恩得.植物生理学[M].高等教育出版社.1996,67~79.
- [7] 杜旭华,周贤军,彭方仁.不同茶树品种净光合与蒸腾速率比较[J].林业科技开发,2007,21(4):21~24.
- [8] 陈明皋,陈建华,徐清乾,等.4 个桉木品系净光合速率动态特征及其差异性研究[J].林业科学研究,2008,21(4):534-541.
- [9] 瞿显友,孙年喜,李隆云,等.不同种质资源黄连净光合速率的研究[J].中药材,2011,24(3):336-339.